

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

TELEFON: 0711/784731 TELEFAX: 0711/7800995/96
KOHLER SCHMID + P. RUPPMANNSTR. 27 D-70565 STÜTTGART

KOHLER SCHMID + PARTNER
PATENTANWÄLTE

25.778 SI/nu

Trumpf Werkzeugmaschinen
GmbH + Co. KG
Johann-Maus-Straße 2
D-71254 Ditzingen

Maschinelle Biegevorrichtung sowie maschinelle Anordnung
mit einer derartigen Biegevorrichtung

Die Erfindung betrifft eine maschinelle Biegevorrichtung zum Biegen von plattenartigen Werkstücken, insbesondere von Blechen, mit zumindest einem Biegewerkzeug, das wenigstens einen mittels eines Biegeantriebs bewegbaren Werkzeugteil aufweist, wobei das Werkstück unter Beaufschlagung mittels des bewegten Werkzeugteils entlang einer Biegelinie biegebar ist und der bewegbare Werkzeugteil in Richtung der Biegelinie aufeinanderfolgende Werkzeugteilsegmente umfasst. Die Erfindung betrifft des Weiteren eine maschinelle Anordnung mit einer vorstehend beschriebenen Biegevorrichtung.

Gattungsgemäßer Stand der Technik ist das Dokument DE 196 40 124 A1. Diese Vorveröffentlichung offenbart eine Biegemaschine mit einem Schwenkbiegewerkzeug. Eine Biegewange des Schwenkbiegewerkzeuges ist dabei mit einem Biegewangenwerkzeug versehen, das seinerseits aus in Richtung der Biegelinie aneinander gereihten Werkzeugabschnitten zusammengesetzt ist. Einzelne Werkzeugabschnitte können zwischen einer Funktions- und einer Außerfunktionsstellung hin und her bewegt werden. Befinden sich die Werkzeugabschnitte in der Funktionsstellung, so beaufschlagen sie beim Schwenken der Biegewange das Werkstück und tragen so zu dessen Biegung bei. Bei Einnahme der Außerfunktionsstellung bewegen sich die Werkzeugabschnitte an dem Werkstück vorbei, ohne dieses zu verformen. Zur Werkstückbearbeitung ist stets die Biegewange mit sämtlichen, also sowohl mit den in Funktionsstellung als auch mit den in Außerfunktionsstellung befindlichen Werkzeugabschnitten zu schwenken.

Den Stand der Technik dahingehend weiterzubilden, dass eine verbesserte Abstimmung auf wechselnde Anwendungsfälle möglich ist, hat sich die vorliegende Erfindung zum Ziel gesetzt.

Erfindungsgemäß gelöst wird diese Aufgabe durch die maschinelle Biegevorrichtung gemäß Patentanspruch 1 sowie die maschinelle Anordnung gemäß Patentanspruch 10.

Im Falle der Erfindung wird demnach wenigstens ein Werkzeugteilsegment verwendet, das wahlweise mit dem Biegeantrieb antriebsverbindbar ist. Stets sind nur diejenigen Werkzeugteilsegmente unter Beaufschlagung des zu verformenden Werkstückes zu bewegen, die für die Erstellung der gewünschten Biegung tatsächlich benötigt werden. Die übrigen Werkzeugteilsegmente können in Ruhelage verbleiben. Für jeden Biegevorgang steht somit das passende Biegewerkzeug zur Verfügung, ohne dass zu diesem Zweck ein Werkzeugwechsel durchzuführen wäre.

Besondere Ausführungsarten der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen 2 bis 9.

Im Falle der Erfindungsbauart nach Patentanspruch 2 ist als Biegewerkzeug ein Schwenkbiegewerkzeug mit bedarfsabhängig antreibbaren Biegewangensegmenten vorgesehen. Die erfindungsgemäße Verwendung eines Schwenkbiegewerkzeuges bietet den Vorteil, dass bei der Werkstückbearbeitung lediglich der abgebogene Werkstückschenkel seine Ausgangslage verlässt. Das restliche Werkstück kann während des Bearbeitungsvorganges - anders als beispielsweise beim Gesenkbiegen - seine Ausgangslage beibehalten.

Im Interesse einer wirksamen und mit konstruktiv einfachen Mitteln zu realisierenden Einleitung der für die Werkstückbearbeitung benötigten Biegekräfte ist an der erfindungsgemäßen Biege-

vorrichtung nach Patentanspruch 3 wenigstens ein Biegewangen-segment als zweiarmiger Schwenkhebel mit einem Biegearm sowie einem Antriebsarm ausgebildet.

Konstruktiv einfach umzusetzende Möglichkeiten zur wahlweisen Herstellung oder Trennung der Antriebsverbindung zwischen bewegbaren Werkzeugteilsegmenten des Biegewerkzeuges und dem Biegeantrieb sind im Falle der Erfindungsbauarten nach den Patentansprüchen 4 bis 6 vorgesehen.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist ausweislich Patentanspruch 7 nicht nur der unter biegender Beaufschlagung des zu verformenden Werkstückes bewegbare Werkzeugteil sondern darüber hinaus auch ein diesem Werkzeugteil zugeordneter Niederhalter in Segmente unterteilt. Die Niederhaltersegmente können wahlweise mit einem Niederhalterantrieb antriebsverbunden werden. Eine Verbindung mit dem zugehörigen Antrieb hergestellt wird dabei für diejenigen Niederhalter- und Biegewangensegmente, welche bei der Werkstückbearbeitung miteinander zusammenwirken. Dementsprechend wird das Werkstück nur in demjenigen Bereich von dem Niederhalter bzw. von Niederhaltersegmenten beaufschlagt, in welchem die gewünschte Biegung zu erstellen ist. In anderen, etwa in angrenzenden Werkstückbereichen angeordnete Niederhaltersegmente können von dem Werkstück beabstandet sein. Diese Möglichkeit ist insbesondere dann von Vorteil, wenn an dem Werkstück eine Biegung nahe einer bereits

existierenden Biegung zu erstellen ist. Beschränkt sich die Beaufschlagung des Werkstückes mit Niederhaltersegmenten auf den Werkstückbereich der zusätzlichen Biegung, so wird eine unerwünschte Deformierung der bereits existierenden Biegung durch Niederhaltersegmente vermieden.

Im Falle der Erfindungsbauart nach Patentanspruch 8 besteht die Möglichkeit, an dem zu bearbeitenden Werkstück wahlweise Biegungen in entgegengesetzten Richtungen zu erstellen. Im Interesse einer kompakten und kostengünstigen Bauweise ist dabei ausweislich Patentanspruch 9 vorgesehen, dass wenigstens an einer Seite des zu bearbeitenden Werkstückes der Biegeantrieb des einen und der Niederhalterantrieb des anderen Biegewerkzeuges zumindest ein gemeinsames Antriebselement aufweisen.

Nachstehend wird die Erfindung anhand beispielhafter und stark schematisierter Darstellungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Biegemaschine bei der biegenden Bearbeitung eines Bleches,

Figuren 2 den Ablauf eines Biegevorganges anhand der sich dabei ergebenden Betriebszustände eines an der Biegemaschine gemäß Figur 1 einsetzbaren Biegewerkzeuges erster Bauart,

Figuren 7a bis 7d und 8a bis 8d Darstellungen zu der Funktionsweise eines an der Biegemaschine gemäß Figur 1 einsetzbaren Biegewerkzeuges zweiter Bauart,

Figur 9 ein an der Biegemaschine gemäß Figur 1 einsetzbares Doppelwerkzeug und

Figur 10 eine maschinelle Anordnung zum Bearbeiten von Blechen mit einer Biege- sowie mit einer Trennstation.

Gemäß Figur 1 besitzt eine Biegemaschine 1 ein C-förmiges Maschinengestell 2 mit einem oberen Gestellschenkel 3 und einem unteren Gestellschenkel 4. Im Rachenraum der Biegemaschine 1 zwischen dem oberen Gestellschenkel 3 und dem unteren Gestellschenkel 4 ist eine herkömmliche Koordinatenführung 5 untergebracht. Ein zu bearbeitendes Werkstück in Form eines Bleches 6 ist an der Koordinatenführung 5 mittels nicht gezeigter Spannpratzen gehalten und durch entsprechende Verfahrensbewegung der Koordinatenführung 5 in der horizontalen Blechebene beweglich. Bei seiner Bewegung mittels der Koordinatenführung 5 ruht das Blech 6 auf einem Werkstücktisch 7 üblicher Bauart, der an der Oberseite des unteren Gestellschenkels 4 angebracht ist.

Zweck der mittels der Koordinatenführung 5 ausgeführten Bewegung des Bleches 6 ist dessen Positionierung gegenüber einer an dem freien Ende des oberen Gestellschenkels 3 vorgesehenen ma-

schinellen Biegevorrichtung in Form einer Biegestation 8. An der Biegestation 8 werden mittels eines Biegewerkzeuges 9 Abkantungen 10 erstellt, die in Richtung von Biegelinien 11 unterschiedliche Längen besitzen. Abgekantete Laschen 12 wurden in einem der biegenden Bearbeitung des Bleches 6 vorausgegangenen Bearbeitungsgang an dem ebenen Blech 6 an drei Seiten freigeschnitten. Entsprechende noch in der Ebene des Bleches 6 liegende Laschen 13 sind in Figur 1 ebenfalls dargestellt. Die Abkantung einer dieser Laschen 13 entlang einer Biegelinie 11 wird nachstehend beschrieben.

Gemäß den Figuren 2 bis 6 handelt es sich bei dem Biegewerkzeug 9 um ein Schwenkbiegewerkzeug mit einer Biegewange 14, einem Niederhalter 15 sowie einer Werkstückauflage 16. Die Biegewange 14 ist aus fünf Biegewangensegmenten 17, der Niederhalter 15 aus fünf Niederhaltersegmenten 18 zusammengesetzt. Sowohl die Biegewangensegmente 17 als auch die Niederhaltersegmente 18 sind in Richtung der von der Biegewange 14 im Zusammenwirken mit dem Niederhalter 15 definierten Biegelinie 11 aneinandergereiht.

Die Biegewangensegmente 17 sind als Schwenkhebel ausgeführt und besitzen jeweils einen Biegearm 19 sowie einen Antriebsarm 20. Sie sind um eine Schwenkachse 21 schwenkbar an einer Biegewangenhalterung 22 der Biegestation 8 gelagert. Die Antriebsarme 20 stützen sich mit ihren freien Enden jeweils auf einer Steu-

erbahn 23 ab, die ihrerseits an einem Steuerelement 24 vorgesehen ist. Die Steuerelemente 24 sind an der Biegegewangenhalterung 22 linear verschiebbar geführt. Über Kupplungsteile 25 können die Steuerelemente 24 mit einem Kolben 26 eines Biegeantriebes 27 antriebsverbunden werden. Jedem Steuerelement 24 ist ein einzelnes Kupplungsteil 25 zugeordnet. Die Kupplungsteile 25 können mittels nicht gezeigter Stelleinrichtungen einzeln zwischen den Steuerelementen 24 und dem Kolben 26 des Biegeantriebes 27 ein- oder ausgerückt werden. Alternativ können die Steuerelemente 24 und der Kolben 26 des Biegeantriebes 27 auch über ein Kupplungsteil kuppelbar sein, welches in Richtung der Schwenkachse 21 zwischen die Steuerelemente 24 und den Kolben 26 einschiebbar ist und dessen Länge derart bemessen ist, dass es je nach Einschubposition zwischen einem oder mehreren, maximal allen Steuerelementen 24 einerseits und dem Kolben 26 andererseits angeordnet werden kann. Auch ist es denkbar, zur Kuppelung der Steuerelemente 24 und des Kolbens 26 ein wellenartiges Bauteil vorzusehen, dessen Achsrichtung parallel zu der Schwenkachse 21 verläuft und das in dieser Richtung aufeinander folgende Wellenabschnitte aufweist, die unterschiedlichen Steuerelementen 24 zugeordnet sind und in Umfangsrichtung der Welle gegeneinander versetzte radiale Vorsprünge ausbilden, wobei in Abhängigkeit von der Drehstellung der Welle bezüglich ihrer Achse eine unterschiedliche Anzahl von Wellenabschnitten wirksam ist und dementsprechend eine unterschiedliche Anzahl von

Steuerelementen 24 über radiale Wellenvorsprünge mit dem Kolben 26 antriebsverbunden ist.

Ähnlich wie an der Biegewange 14 stellen sich die Verhältnisse an dem Niederhalter 15 dar. Jedem der Niederhaltersegmente 18 ist ein Kupplungsteil 28 zugeordnet. Mittels einer ebenfalls nicht gezeigten Stelleinrichtung lassen sich die Kupplungsteile 28 einzeln zwischen den Niederhaltersegmenten 18 und einem Kolben 29 eines Niederhalterantriebes 30 ein- oder ausrücken. Die Niederhaltersegmente 18 sind in der Bewegungsrichtung des Kolbens 29 an einem Niederhalterträger 31 linear beweglich geführt. Entsprechend den Kupplungsteilen 25 können die Kupplungsteile 28 durch konstruktiv andersartige Bauteile zur Herstellung einer Antriebsverbindung zwischen dem Kolben 29 des Niederhalterantriebes 30 und den Niederhaltersegmenten 18 ersetzt sein.

Die Ausgangssituation vor Beginn der biegenden Bearbeitung des Bleches 6 ist in Figur 2 dargestellt. Das gestrichelt angedeutete Blech 6 ruht auf der Werkstückauflage 16. Die Biegewange 14 bzw. die Biegewangensegmente 17 nehmen ihre Ausgangsstellung ein. Der Niederhalter 15 bzw. die Niederhaltersegmente 18 sind gegenüber dem Blech 6 zurückgezogen. Die Kupplungsteile 25, 28 sind ausgerückt. Es besteht folglich weder eine Antriebsverbindung zwischen den Biegewangensegmenten 17 und dem Biegeantrieb

27 noch eine Antriebsverbindung zwischen den Niederhaltersegmenten 18 und dem Niederhalterantrieb 30.

Zur Vorbereitung des Biegevorganges ist eine auf die Länge der zu erstellenden Abkantung abgestimmte Anzahl von Kupplungsteilen 25, 28 zwischen dem Kolben 26 des Biegeantriebes 27 und den Steuerelementen 24 bzw. zwischen den Niederhaltersegmenten 18 und dem Kolben 29 des Niederhalterantriebes 30 einzurücken.

In dem gezeigten Beispielsfall werden zu diesem Zweck jeweils zwei Kupplungsteile 25, 28 aus ihrer Außerfunktionsstellung gemäß Figur 2 in ihre Funktionsstellung gemäß Figur 3 überführt.

Werden nun der Kolben 26 des Biegeantriebes 27 und der Kolben 29 des Niederhalterantriebes 30 in Richtung von Pfeilen 32, 33 verschoben, so kommen die beiden eingerückten Kupplungsteile 25 an den beiden zugeordneten Steuerelementen 24, die beiden eingerückten Kupplungsteile 28 an den beiden zugehörigen Niederhaltersegmenten 18 zur Anlage. Damit sind die beiden Niederhaltersegmente 18 mit dem Niederhalterantrieb 30 und die beiden Steuerelemente 24 und mit diesen die beiden zugehörigen Biegegangensegmente 17 mit dem Biegeantrieb 27 antriebsverbunden. Es besteht der in Figur 4 veranschaulichte Betriebszustand..

Wird ausgehend von diesen Verhältnissen der Niederhalterantrieb 30 betätigt, so senken sich die zuvor aktivierten, d.h. mit dem Niederhalterantrieb 30 antriebsverbundenen Niederhaltersegmente 18 auf das Blech 6 ab. Infolge einer entsprechenden Positionierung des Bleches 6 gegenüber der Biegestation 8 kommen dabei die aktivierten Niederhaltersegmente 18 mit ihren vorspringenden Enden in demjenigen Bereich des Bleches 6 zur Auflage, in welchem die abzukantende ebene Lasche 13 an das restliche Blech 6 anschließt (Figur 5). Aufgrund des mittels des Niederhalterantriebes 30 aufgebrauchten Anpressdruckes ist das Blech 6 zwischen den wirksamen Niederhaltersegmenten 18 und der Werkstückauflage 16 gegen jegliche Bewegung gesichert fixiert.

Wird nun der Kolben 26 des Biegeantriebes 27 ausgehend von seiner Stellung gemäß den Figuren 4, 5 in Richtung des Pfeils 32 bewegt, so verlagern sich die beiden aktivierten Steuerelemente 24 in den Abbildungen nach oben. Dabei gleiten die zugehörigen Biegewangensegmente 17 mit ihren Antriebsarmen 20 an den Steuerbahnen 23 der beiden Steuerelemente 24 entlang. Die beiden aktivierten Biegewangensegmente 17 verschwenken folglich um die Schwenkachse 21 und biegen mit ihren Biegearmen 19 die Lasche 13 des Bleches 6 wie in Figur 6 gezeigt nach oben. Damit ist die gewünschte Abkantung erstellt und das Biegewerkzeug 9 kann durch Rückhub der Kolben 26, 29 und entsprechende Rückstellbewegungen der zur Durchführung der Werkstückbearbeitung genutz-

ten Biegewangensegmente 17 und Niederhaltersegmente 18 in den Ausgangszustand gemäß Figur 2 rücküberführt werden.

Ein in den Figuren 7a bis 7d und 8a bis 8d dargestelltes Biege-
werkzeug 9a unterscheidet sich von dem Biegewerkzeug 9 gemäß
den Figuren 2 bis 6 im Wesentlichen bezüglich der Aktivierung
und Betätigung einer Biegewange 14a. So dient zur Aktivierung
und Deaktivierung von schwenkhebelartigen Biegewangensegmenten
17a eine Schalteinrichtung 34 in Form eines Stellzylinders. Da-
bei ist jedem Biegewangensegment 17a eine eigene Stelleinrich-
tung 34 zugeordnet.

Biegewangensegmente 17a, die bei der nachfolgenden Werkstückbe-
arbeitung genutzt werden sollen, werden mittels der Schaltein-
richtung 34 an einem Antriebsarm 20a in eine Aufnahme 35 an ei-
nem Mitnehmer 36 eines Biegeantriebes 27a eingerückt. Wird der
Mitnehmer 36 anschließend aus seiner Ausgangsstellung gemäß Fi-
gur 7a in seine Endstellung gemäß Figur 7d verschoben, so nimmt
er den Antriebsarm 20a des oder der eingerückten Biegewangen-
segmente 17a mit. In der Folge schwenken die betreffenden Bie-
gewangensegmente 17a um ihre Schwenkachse 21 und verformen das
Blech 6 mittels eines Biegearms 19a in der gewünschten Weise.
Biegewangensegmente 17a, die bei der Bearbeitung des Bleches 6
außer Funktion bleiben sollen, werden mittels der jeweiligen
Schalteinrichtung 34 aus der Aufnahme 35 an dem Mitnehmer 36
des Biegeantriebes 27a ausgerückt bzw. in einer ausgerückten

Stellung gehalten. Wie in den Figuren 8a bis 8d dargestellt kann dann der Mitnehmer 36 horizontal verschoben werden, ohne dass die ausgerückten Biegewangensegmente 17a um die Schwenkachse 21 schwenken und das Blech 6 verformen würden.

Ein in Figur 9 dargestelltes Doppelwerkzeug 37 umfasst zwei einander in Aufbau und Funktionsweise entsprechende Biegewerkzeuge 9, die um 180° gegeneinander verdreht angeordnet sind. Auf ein und derselben Seite des zu bearbeitenden Bleches 6 liegen daher jeweils ein Niederhalter 15 des einen und eine Biegewange 14 des anderen Biegewerkzeuges 9. Aufgrund des gegebenen Aufbaues können an den Biegewerkzeugen 9 Abkantungen mit einander entgegengesetzten Richtungen erstellt werden. In Figur 9 angedeutet ist eine nach unten abgekantete Lasche des Bleches 6.

Kupplungsteile 25, 28 sind an beiden Seiten des Bleches 6 wahlweise zur Aktivierung einer Biegewange 14 oder zur Aktivierung eines Niederhalters 15 verwendbar. Ein hydraulischer Antrieb fungiert, je nachdem welcher der Biegewerkzeugteile aktiviert ist, als Biegeantrieb 27 mit Kolben 26 oder als Niederhalterantrieb 30 mit Kolben 29.

Ausweislich Figur 10 ist die Biegestation 8 integriert in eine maschinelle Anordnung 38 zum Bearbeiten des Bleches 6, die zusätzlich eine maschinelle Trennvorrichtung 39 zum trennenden Bearbeiten des Bleches 6 umfasst. Bei der Trennvorrichtung 39

handelt es sich im gezeigten Beispielsfall um eine Stanzvorrichtung. Ohne weiteres denkbar sind beispielsweise auch eine Wasser-, eine Plasma- und/oder eine Laserschneideeinrichtung. Mittels der Trennvorrichtung 39 werden zunächst an dem ebenen Blech 6 Laschen an drei Seiten freigeschnitten. Anschließend wird das Blech 6 mittels der Koordinatenführung 5 gegenüber der Biegestation 8 derart positioniert, dass mittels der Biegestation 8 die ebenen Laschen in der gezeigten Weise abgekantet werden können.

Die Maschinenfunktionen sind bei sämtlichen vorstehend beschriebenen Bearbeitungsvorrichtungen CNC-gesteuert.

Patentansprüche

1. Maschinelle Biegevorrichtung zum Biegen von plattenartigen Werkstücken, insbesondere von Blechen (6), mit zumindest einem Biegewerkzeug (9, 9a), das wenigstens einen mittels eines Biegeantriebs (27, 27a) bewegbaren Werkzeugteil aufweist, wobei das Werkstück unter Beaufschlagung mittels des bewegten Werkzeugteils entlang einer Biegelinie (11) biegebar ist und der bewegbare Werkzeugteil in Richtung der Biegelinie (11) aufeinanderfolgende Werkzeugteilsegmente umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Werkzeugteilsegment wahlweise mit dem Biegeantrieb (27, 27a) antriebsverbindbar ist.

2. Maschinelle Biegevorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Biegewerkzeug (9, 9a) ein Schwenkbiegewerkzeug vorgesehen ist mit einem bewegbaren Werkzeugteil in Form einer um eine in Richtung der Biegelinie (11) verlaufende Schwenkachse (21) schwenkbaren Biegewange (14, 14a) und dass die Biegewange (14, 14a) Werkzeugteilsegmente in Form von Biegewangensegmenten (17, 17a) umfasst, von denen wenigstens eines wahlweise mit dem Biegeantrieb (27, 27a) antriebsverbindbar und bei hergestellter Antriebsverbindung unter biegender Beaufschlagung des Werkstücks um die Schwenkachse (21) schwenkbar ist.

3. Maschinelle Biegevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Biege-
wangensegment (17, 17a) als zweiarmiger Schwenkhebel ausgebil-
det ist mit einem an der einen Seite der Schwenkachse (21) vor-
gesehenen Biegearm (19, 19a) zur biegenden Beaufschlagung des
Werkstücks sowie mit einem an der anderen Seite der Schwenkach-
se (21) vorgesehenen Antriebsarm (20, 20a), zur wahlweisen Her-
stellung der Antriebsverbindung mit dem Biegeantrieb (27, 27a).

4. Maschinelle Biegevorrichtung nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Schwenk-
hebel mittels einer Schalteinrichtung (34) antriebsarmseitig
wahlweise in eine Aufnahme (35) an einem Mitnehmer (36) des
Biegeantriebes (27a) einrückbar oder aus dieser Aufnahme (35)
ausrückbar ist, wobei die Antriebsverbindung zwischen dem
Schwenkhebel und dem Biegeantrieb (27a) bei eingerücktem Zu-
stand hergestellt und bei ausgerücktem Zustand getrennt ist.

5. Maschinelle Biegevorrichtung nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen wenigstens ei-
nem Schwenkhebel und dem Biegeantrieb (27) ein Steuerelement
(24) mit einer Steuerbahn (23) vorgesehen ist, wobei der
Schwenkhebel antriebsarmseitig an der Steuerbahn (23) des Steu-
erelementes (24) abgestützt ist und dieses biegeantriebsseitig

mittels einer Schalteinrichtung wahlweise mit dem Biegeantrieb (27) antriebsverbindbar ist, wobei der Schwenkhebel bei hergestellter Antriebsverbindung zwischen dem Steuerelement (24) und dem Biegeantrieb (27) von dem Steuerelement (24) über dessen Steuerbahn (23) antriebsarmseitig beaufschlagt und dadurch unter biegender Beaufschlagung des Werkstücks um die Schwenkachse (21) schwenkbar ist.

6. Maschinelle Biegevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schalteinrichtung zur wahlweisen Antriebsverbindung von Steuerelement (24) und Biegeantrieb (27) wenigstens ein wahlweise zwischen dem Steuerelement (24) und dem Biegeantrieb (27) ein- oder ausrückbares Kupplungsteil (25) aufweist, wobei die Antriebsverbindung zwischen dem Steuerelement (24) und dem Biegeantrieb (27) bei eingerücktem Kupplungsteil (25) hergestellt und bei ausgerücktem Kupplungsteil (25) getrennt ist.

7. Maschinelle Biegevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das als Schwenkbiegewerkzeug ausgebildete Biegewerkzeug (9, 9a) einen sich entlang der Biegelinie (11) erstreckenden Niederhalter (15) aufweist, mittels dessen das Werkstück in Querrichtung seiner flächigen Erstreckung beaufschlagbar und dadurch zwischen dem Niederhalter (15) und einer Werkstückauflage (16) an der dem Niederhalter

ter (15) gegenüberliegenden Werkstückseite fixierbar ist und dass der Niederhalter (15) in Richtung der Biegelinie (11) aufeinanderfolgende Niederhaltersegmente (18) umfasst, von denen wenigstens eines wahlweise mit einem Niederhalterantrieb (30) antriebsverbindbar und durch Herstellung der Antriebsverbindung in eine das Werkstück beaufschlagende Position überführbar ist, wobei beim Biegen des Werkstückes miteinander zusammenwirkende Niederhaltersegmente (18) und Biegewangensegmente (17, 17a) zeitgleich mit dem Niederhalterantrieb (30) oder mit dem Biegeantrieb (27, 27a) antriebsverbunden sind.

8. Maschinelle Biegevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei Biegewerkzeuge (9) in Form von Schwenkbiegewerkzeugen vorgesehen sind, von denen jedes eine schwenkbare Biegewange (14) mit wenigstens einem wahlweise mit dem Biegeantrieb (27) antriebsverbindbaren Biegewangensegment (17) sowie einen Niederhalter (15) aufweist, wobei jeweils die Biegewange (14) des einen und der Niederhalter (15) des anderen Biegewerkzeuges (9) an ein und derselben Seite des Werkstückes angeordnet sind.

9. Maschinelle Biegevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens an einer Seite des Werkstücks der Niederhalter (15) einen Niederhalterantrieb (30) aufweist und der Biegeantrieb (27) des einen und der Niederhalterantrieb (30) des anderen Biegewerkzeuges (9) zumindest ein gemeinsames Antriebselement aufweisen.

10. Maschinelle Anordnung zum Bearbeiten von plattenartigen Werkstücken, insbesondere von Blechen (6), dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine maschinelle Biegevorrichtung (8) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 und außerdem wenigstens eine maschinelle Trennvorrichtung (39) zur trennenden Werkstückbearbeitung vorgesehen sind, wobei an der maschinellen Biegevorrichtung (8) mittels der maschinellen Trennvorrichtung (39) trennend bearbeitete Werkstückteile biegend bearbeitbar sind.

Zusammenfassung

Maschinelle Biegevorrichtung sowie maschinelle Anordnung mit einer derartigen Biegevorrichtung

Eine maschinelle Biegevorrichtung (8) zum Biegen von plattenartigen Werkstücken, insbesondere von Blechen (6), weist zumindest ein Biegewerkzeug (9) auf, das wenigstens einen mittels eines Biegeantriebes (27) bewegbaren Werkzeugteil umfasst. Unter Beaufschlagung mittels des bewegten Werkzeugteils ist das Werkstück entlang einer Biegelinie (11) biegebar. Der bewegbare Werkzeugteil umfasst in Richtung der Biegelinie (11) aufeinanderfolgende Werkzeugteilsegmente, von denen wenigstens eines wahlweise mit dem Biegeantrieb (27) antriebsverbindbar ist.

Eine maschinelle Anordnung zum Bearbeiten von plattenartigen Werkstücken, insbesondere von Blechen (6), umfasst neben der beschriebenen maschinellen Biegevorrichtung (8) eine maschinelle Trennvorrichtung. An der maschinellen Biegevorrichtung (8) sind dabei mittels der maschinellen Trennvorrichtung trennend bearbeitete Werkstückteile biegend bearbeitbar.

(Figur 2)

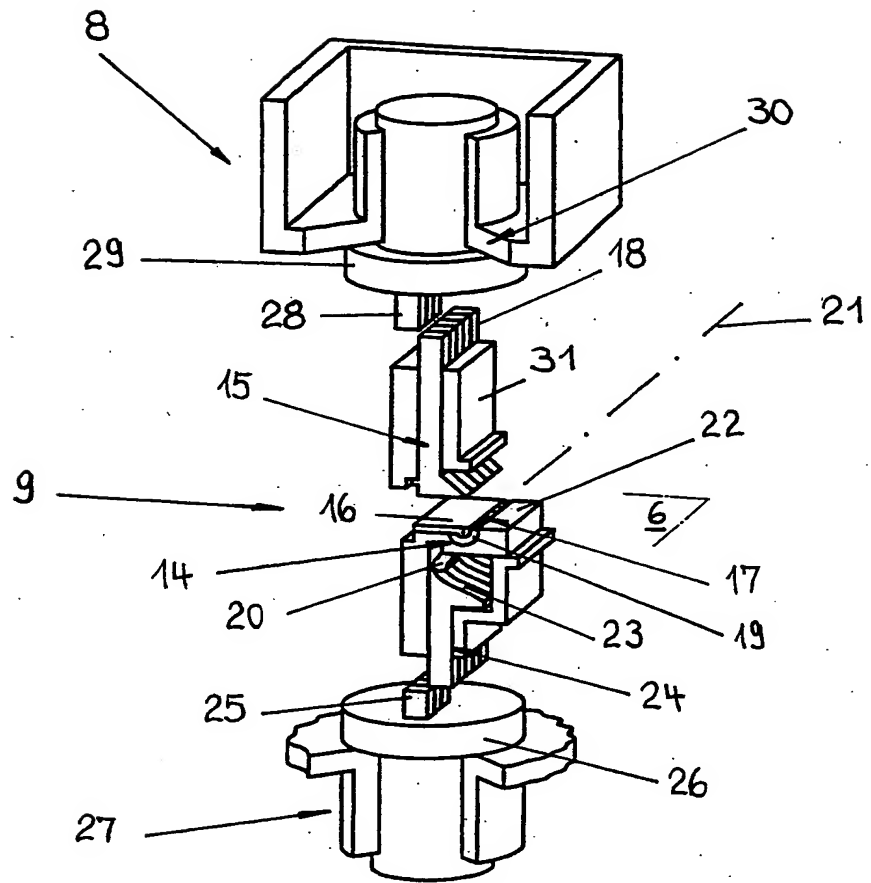


Fig. 2

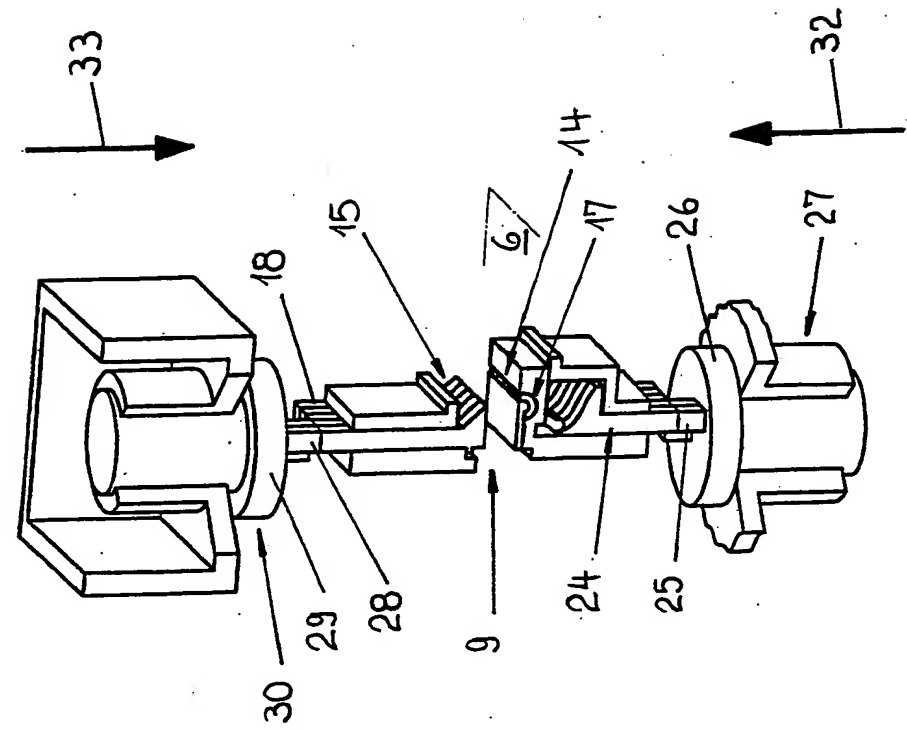


Fig. 4

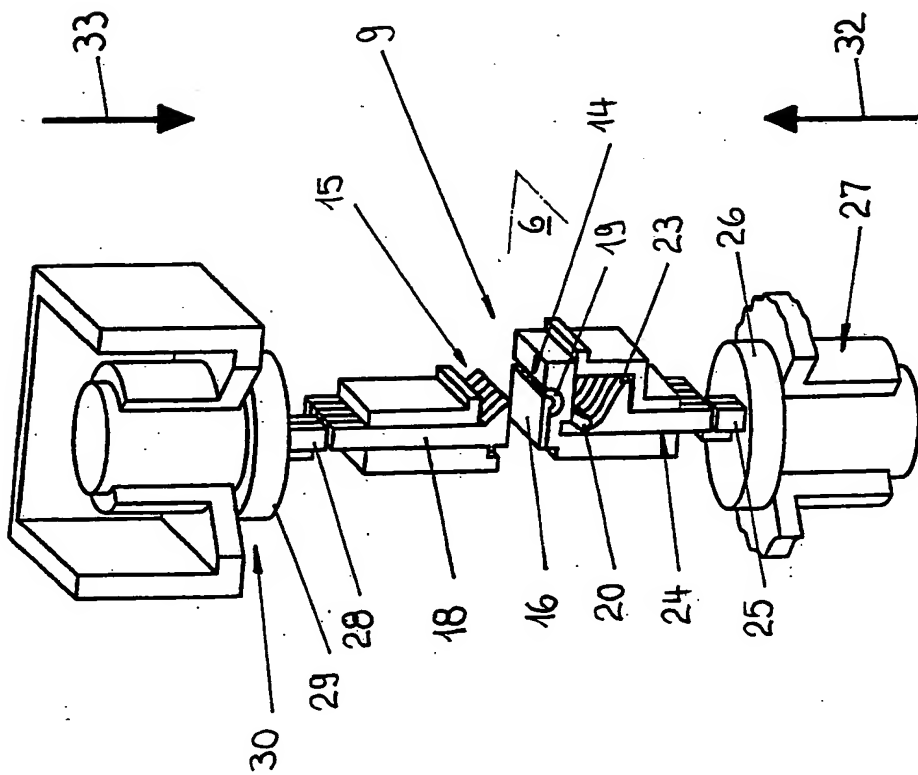


Fig. 3

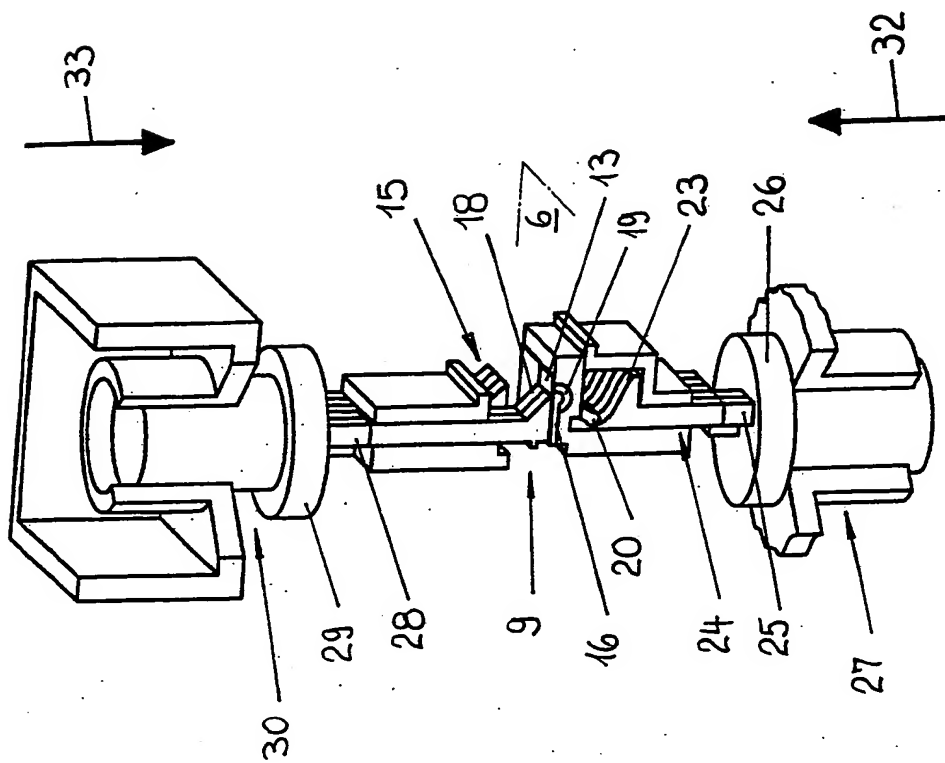


Fig. 5

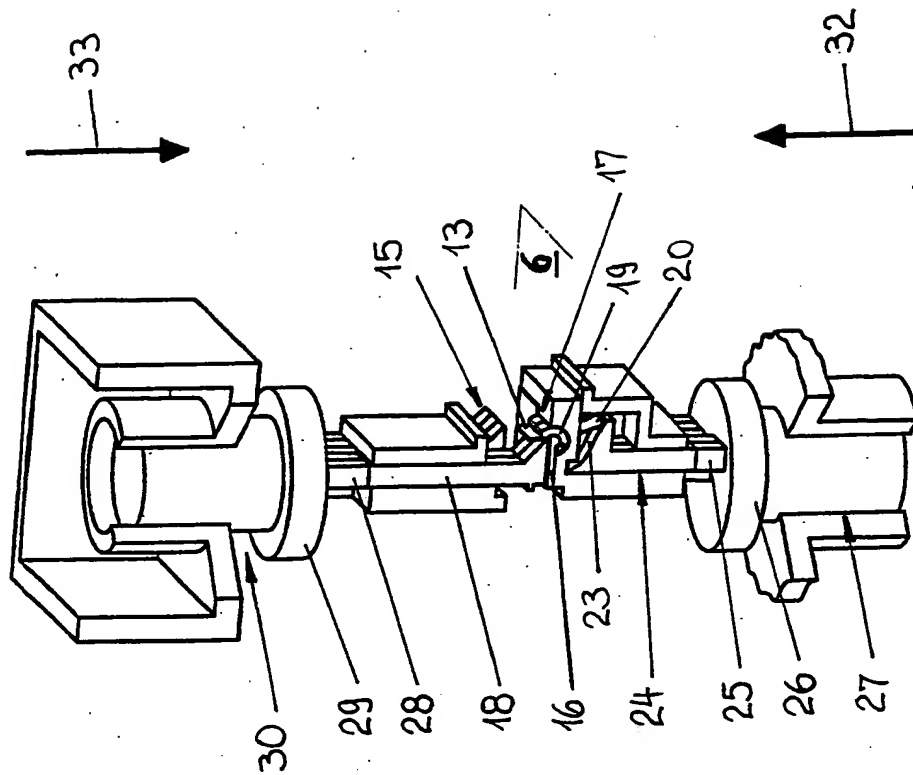


Fig. 6

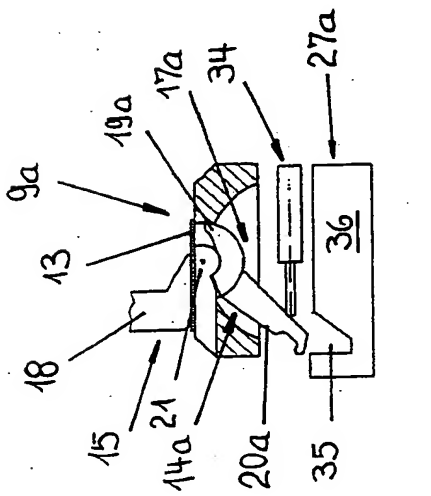


Fig. 8a

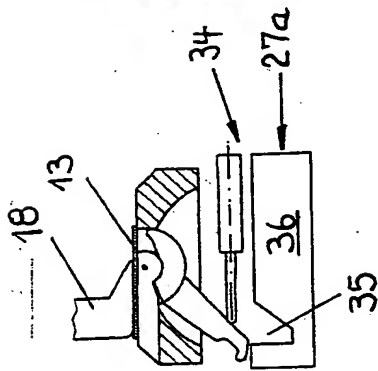


Fig. 8b

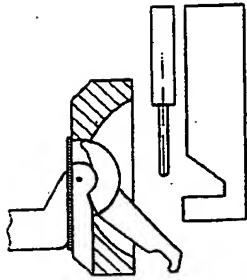


Fig. 8c

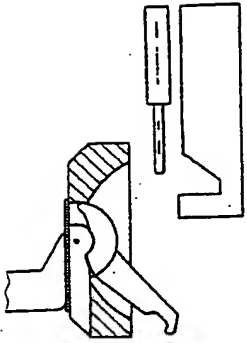


Fig. 8d

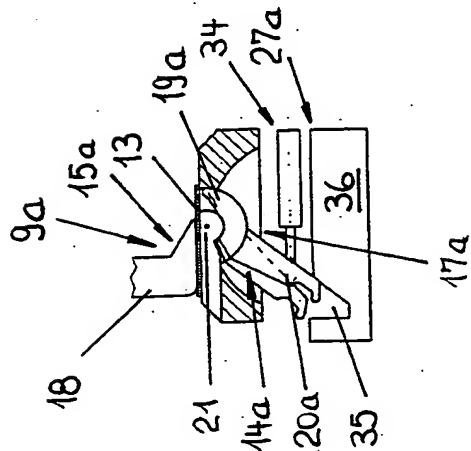


Fig. 7a

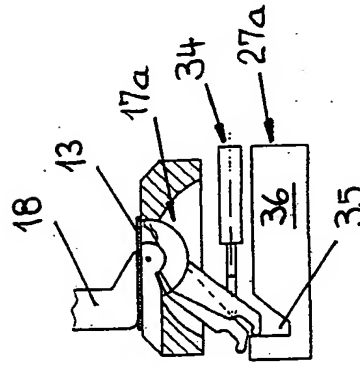


Fig. 7b

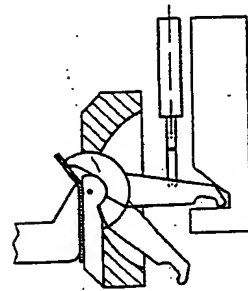


Fig. 7c

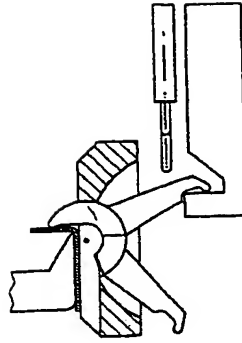


Fig. 7d

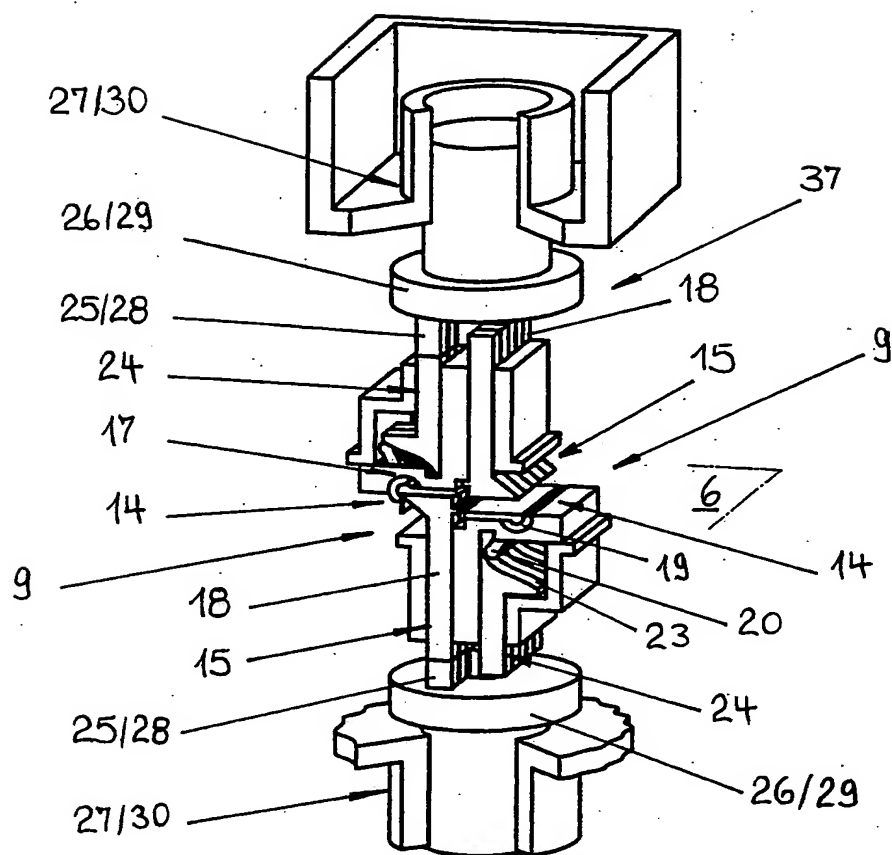


Fig. 9

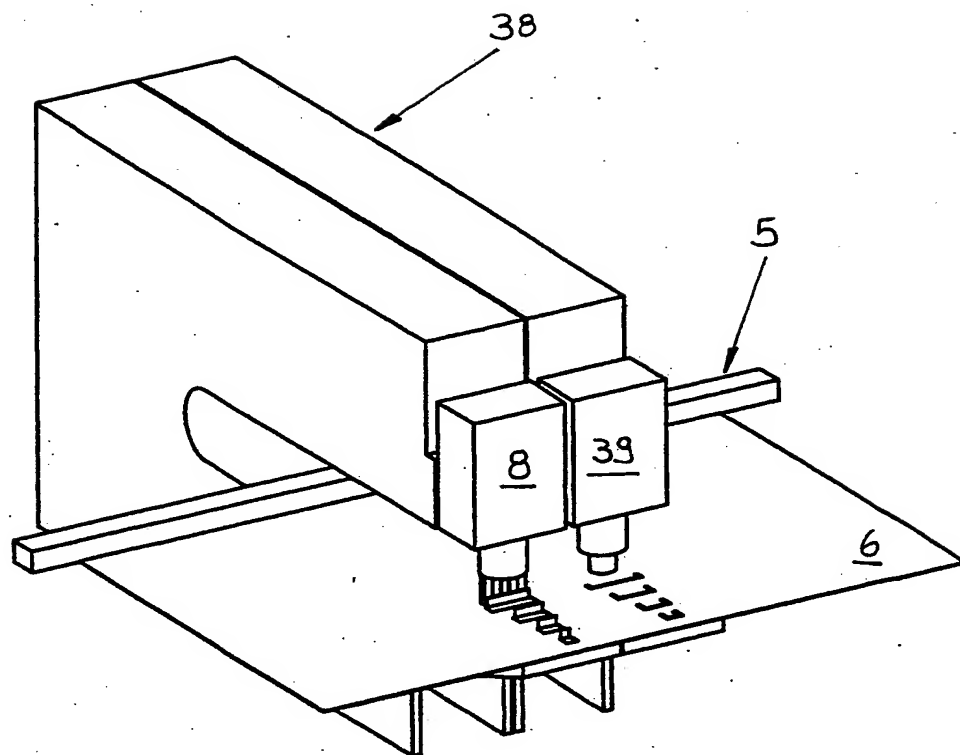


Fig. 10

KOHLER SCHMID + PARTNERS
PATENT ATTORNEYS

25.778 SI/nu

Trumpf Werkzeugmaschinen
GmbH + Co. KG
Johann-Maus-Strasse 2
D-71254 Ditzingen

Mechanical Bending Device and Mechanical Arrangement
with this Type of Bending Device

The invention concerns a mechanical bending device for bending flat workpieces, especially sheet metal, with at least one bending tool, which has at least one part that can be moved by means of a drive, whereby the workpiece can be bent along a bending line when acted on by the moving tool part, and the moveable tool part contains segments, one after another, in the direction of the bending line. The invention also concerns a mechanical arrangement with the bending device described above.

The generic state of the art is document DE 196 40 124 A1. This prior publication discloses a bending machine with a swivel bending tool. A bending cheek of the swivel bending tool is provided with a bending cheek tool, which is in turn composed of tool sections arranged in a row in the direction of the bending line. Individual tool sections can be moved back and forth between the on and off positions. If the tool sections are in the on position, they act on the workpiece when the bending cheeks swivel and thus help bend it. When they go into the off position, the tool sections pass by the workpiece without deforming it. For tooling, the bending cheek is always swiveled with all tool sections, i.e., those in the on and off positions.

This invention is designed to advance the state of the art by making improved adjustment to changing applications possible.

The invention solves the problem with the mechanical bending device in Patent Claim 1 and the mechanical arrangement in Patent Claim 10.

In the case of the invention, at least one segment of the tool part is used which can be connected optionally to the bending drive. When the workpiece is being formed, the only segments of the tool part that are moved are those that are actually needed to produce the desired bend. The other segments of the tool part can stay in the resting position. The right bending tool is therefore available for each bending cycle and no tool change has is necessary.

Special embodiments of the invention are described in dependent patent claims 2 to 9.

In the design of the invention in Patent Claim 2, the bending tool swivels and has cheek segments that can be driven, if necessary. The advantage of using the swiveling bending tool in the invention is that only the curved workpiece arm leaves its starting position when the workpiece is being tooled. The rest of the workpiece can stay in its initial position during the tooling process, unlike press braking, for example.

In the interest of an effective, easy-to-build means of introducing the bending force needed for tooling the workpiece, the bending device in Claim 3 of the invention is built with at least one segment of the bending cheek as a two-arm swiveling lever with a bending arm and a drive arm.

The designs in Patent Claims 4 to 6 of the invention provide structurally easy-to-change ways of optionally making or breaking the drive connection between the movable segments of the tool part of the bending tool and the bending drive.

In another advantageous embodiment of the invention, according to Patent Claim 7, not only is the part of the tool that can move when the workpiece is being formed divided into segments, but so is the holding-down device assigned to that tool part. The segments of the holding-down device can optionally be connected to the drive of the holding-down device. A connection with the accompanying drive is made for those segments of the holding-down device and the bending cheeks that work together when a workpiece is being tooled. Accordingly, the workpiece is acted on by the holding-down device or segments of the holding-down device only in the area where the desired bend is to be made. Segments of the holding-down device arranged in other, roughly adjacent areas of the workpiece can be kept away from the workpiece. This possibility is a special advantage if a bend must be made close to a bend that already exists on the workpiece. If the action of the workpiece with the segments of the holding-down device is limited to the area of the workpiece with the additional bend, then unwanted deformation of the already existing bend is prevented by the segments of the holding-down device.

The model of the invention in Patent Claim 8 has the option of making bends in opposite directions on the workpiece being tooled. In the interest of a compact, inexpensive design, Patent Claim 9 provides that the drive of one bending tool and the drive of the holding-down device of the other bending tool have at least one drive element in common, at least on one side of the workpiece being tooled.

The invention will be explained in greater detail below with examples and highly schematic drawings.

Figure 1 shows a bending machine for machine-bending a piece of sheet metal.

Figures 2 to 6 show the sequence of a bending cycle using the operating states produced thereby for a bending tool that can be used on the first type of bending machine in Figure 1.

Figures 7a to 7d and 8a to 8d show how the second type of bending tool works on the bending machine in Figure 1,

Figure 9 shows a double tool that can be used on the bending machine in Figure 1 and

Figure 10 shows a mechanical arrangement for machining sheet metal with a bending and a cutting station.

According to Figure 1, a bending machine 1 has a C-shaped frame 2 with a top arm 3 and a bottom arm 4. A conventional coordinate guide 5 is placed in the space on the bending machine 1 between the top arm 3 and the bottom arm 4 of the frame. A workpiece to be machined in the form of a piece of sheet metal 6 is held on the coordinate guide 5 by means of clips, not shown, and can move with the corresponding movement of the coordinate guide 5 in the horizontal plane of the sheet metal. When it is moved by the coordinate guide 5, the sheet metal 6 rests on a workpiece table 7 of the usual kind placed on top of the bottom arm 4.

The purpose of moving the sheet metal 6 with the coordinate guide 5 is to position it opposite a mechanical bending device in the form of a bending station 8 on the free end of the top arm 3. At bending station 8, folds 10 of different lengths are made along the bending lines 11 with a bending tool 9. Folded grooves 12 were cut free on three sides of the flat sheet metal 6 in the tooling cycle before the sheet metal 6 is bent. Grooves 13 still lying in the plane of the sheet metal 6 are also shown in Figure 1. The folding of one of these grooves 13 along a bending line 11 will be described below.

Figures 2 to 6 show the bending tool 9 as a swiveling bending tool with a bending cheek 14, a holding-down device 15 and a workpiece support 16. The bending cheek 14 is composed of five segments of bending cheeks 17, and the holding-down device 15 is composed of five segments of holding-down device 18. Both the segments of the bending cheeks 17 and the segments of the holding-down device 18 are lined up in a row in the direction of the bending line 11 defined by bending cheek 14 and work with holding-down device 15.

The segments of the bending cheeks 17 are designed as swiveling levers, and each has a bending arm 19 and a drive arm 20. They are mounted so they can swivel on a swivel axis 21 on a bending cheek holder 22 of bending station 8. The drive arms 20 are supported with their free ends on a control path 23, which is provided in turn on a control element 24. The control elements 24 can move in a straight line on the bending cheek holder 22. The control elements 24 can be connected to the piston 25 of a bending drive 27 via couplings 25. An individual coupling 25 is assigned to each control element 24. The couplings 25 can be engaged or disengaged by means of regulating devices, not shown, individually between the control elements 24 and the piston 26 of the bending drive 27. Alternately, the control elements 24 and the piston 26 of the bending drive 27 can also be coupled with a coupling that can be moved in the direction of the swivel axis 21 between the control elements 24 and the piston 26 and whose length is dimensioned in such a way that it can be arranged between one or more, or maximally all control elements, on one hand 24, and the piston 26, on the other hand. It is also conceivable to provide a shaft-like component for coupling the control elements 24 and the piston 26 whose axial direction runs parallel to the swivel axis 21 and which has shaft sections one after another in that direction that are assigned to different control elements 24 and in the circumferential direction of the shaft, radial projections staggered to one another, whereby depending on the rotational setting of the shaft to its axis, a different number of shaft sections is effective, and so a different number of control elements 24 is connected to the piston 26 by radial shaft projections.

The ratios on the holding-down device 15 are like those on the bending cheek 14. A coupling part 28 is assigned to each segment of the holding-down device 18. By means of a setting device, also not shown, the couplings 28 can be engaged or disengaged individually between the segments of the holding-down device 18 and the piston 29 of the drive of a holding-down device 30. The segments of the holding-down device 18 can move linearly in the direction of movement of the piston 29 on a holding-down device carrier 31. Corresponding to couplings 25, couplings 28 can be replaced by structurally different components to produce a drive connection between the piston 29 of the drive of the holding-down device 30 and the segments of the holding-down device 18.

The initial situation before the sheet metal 6 starts being machine-bent is shown in Figure 2. The sheet metal shown in dashes 6 lies on the workpiece support 16. The bending cheeks 14 and the bending cheek segments 17 are in their starting position. The holding-down device 15 and the segments of the holding-down device 18 are pulled back off the sheet metal 6. The couplings 25, 28 are engaged. There is therefore no drive connection between the segments of the bending cheeks 17 and the bending drive 27 and no drive connection between the segments of the holding-down device 18 and the drive of the holding-down device 30.

To prepare for the bending process, a number of couplings 25, 28 consistent with the length of the fold being made is engaged between the piston 26 of the bending drive 27 and the control elements 24 or between the segments of the holding-down device 18 and the piston 29 of the drive of the holding-down device 30.

In the example shown, two couplings 25, 28 are taken from their off position in Figure 2 into their on position in Figure 3.

Now, if the piston 26 of the bending drive 27 and the piston 29 of the drive of the holding-down device 30 are pushed in the direction of arrows 32, 33, the two couplings 25 engaged come to lie on the two assigned control elements 24 and the two couplings 28 engaged come to lie on the two accompanying segments of the holding-down device 18. Thus, the two segments of the holding-down device 18 are connected to the drive of the holding-down device 30, and the two control elements 24 and with them the two accompanying segments of the bending cheeks 17 are connected to the bending drive 27. The operating mode shown in Figure 4 exists.

Starting from these conditions, if the drive of the holding-down device 30 is activated, the segments of the holding-down device 18 previously activated, i.e., connected to the drive of the holding-down device 30 drop down onto the sheet metal 6. As a result of positioning the sheet metal 6 in relation to the bending station 8, the activated segments of the holding-down device 18 with their projecting ends come to lie in that area of the sheet metal 6 in which the flat groove 13 to be folded connects to the remaining sheet metal 6 (Figure 5). Because of the compressive pressure applied by the drive of the holding-down device 30, the sheet metal 6 is secured between the working segments of the holding-down device 18 and the workpiece support 16 against any movement.

Now, if the piston 26 of the bending drive 27 leaves its position in Figures 4, 5 and moves in the direction of arrow 32, the two activated control elements 24 are moved up on the figures. The accompanying segments of the bending cheeks 17 with their drive arms 20 thus slide along the tracks 23 of the two control elements 24. The two activated segments of the bending cheeks 17 consequently swivel on the swivel axis 21 and bend the groove 13 of the sheet metal 6 upward, as shown in Figure 6 with their bending arms 19. Thus, the desired fold is made, and the bending tool 9 can be sent back to its initial position in Figure 2 by a return stroke of the pistons 26, 29 and corresponding return movements of the bending cheek elements 17 and segments of the holding-down device 18 used for tooling the workpiece.

A bending tool 9a shown in Figures 7a to 7d and 8a to 8d differs from the bending tool 9 in Figures 2 to 6 basically in terms of the activation and operation of bending cheek 14a. Thus, to activate and deactivate swivel-lever-type segments of the bending cheeks 17a, a switching device 34 in the form of a regulating cylinder is used. Thus each segment of the bending cheeks 17a has its own regulating device 34 assigned to it.

Segments of the bending cheeks 17a that are to be used in subsequent machine tooling are pushed into a receptacle 35 on a driver 36 of a bending drive 27a by the switching device 34 on one drive arm 20a. If the driver 36 is then pushed out of its starting position in Figure 7a into its end position in Figure 7d, it takes the drive arm 20a or the bending cheek segment or segments 17a with it. As a result, the segments of the bending cheeks 17a in question swivel on their swivel axis 21 and deform the sheet metal 6 by means of a bending arm 19a in the way desired. Segments of the bending cheeks 17a that are not used when the sheet metal 6 is tooled are pushed out of the receptacle 35 on the driver 36 of the bending drive 27a by the respective switching device 34 or kept in the disengaged position. As shown in Figures 8a to 8d, the driver 36 is then pushed horizontally without the disengaged segments of the bending cheeks 17a swiveling on the axis 21 or the sheet metal 6 being deformed.

A double tool 37 shown in Figure 9 includes two bending tools 9 that correspond to one another in design and function and are arranged 180° from one another. On one and the same side of the sheet of metal 6 being machined therefore are a holding-down device 15 of the one bending tool 9 and a bending cheek 14 of the other bending tool 9. Because of this design, folds can be made in opposite directions on the bending tools 9. A groove of sheet metal 6 folded under is shown in Figure 9.

Couplings 25, 28 can be used on both sides of the sheet metal 6 optionally to activate a bending cheek 14 or to activate a holding-down device 15. Depending on which bending tool part is activated, a hydraulic drive works as a bending drive 27 with piston 26 or as the drive of a holding-down device 30 with piston 29.

In Figure 10, the bending station 8 is integrated into a mechanical arrangement 38 for machining sheet metal 6 that also includes a mechanical cutting device 39 for machine-cutting the sheet metal 6. The cutting device 39 is a punch in the example shown.

Other conceivable examples are water, a plasma and/or laser-cutting devices. With the cutting device 39, first the grooves on three sides are cut free on the flat sheet metal 6. Then, the sheet metal 6 is positioned with the coordinate guide 5 opposite the bending station 8 in such a way that the flat grooves can be folded as shown by the bending station 8.

The machine functions are CNC-controlled on all the machine-tooling devices described above.

Patent Claims

1. A mechanical bending device for bending flat workpieces, especially sheet metal (6), with at least one bending tool (9, 9a), which has at least one tool part that can be moved by means of a bending drive (27, 27a), wherein the workpiece can be bent along a bending line (11) by being acted on by the part of the tool that moves, and the movable part of the tool includes segments of the tool parts one after another in the direction of the bending line (11), characterized by the fact that at least one segment of the tool part can be connected optionally to the bending drive (27, 27a).
2. The mechanical bending device in Claim 1, characterized by the fact that a swiveling bending tool is provided as the bending tool (9, 9a) with a movable tool part in the form of a bending cheeks (14, 14a) that can swivel on a swivel axis (21) running in the direction of the bending line (11) and by the fact that the bending cheeks (14, 14a) contain segment of the tool parts in the form of segments of the bending cheeks (17, 17a), at least one of which can be optionally connected to the bending drive (27, 27a) and can be swiveled on the swivel axis (21) when the drive connection is made, and there is bending action on the workpiece.
3. The mechanical bending device in one of the preceding claims, characterized by the fact that at least one segment of the bending cheeks (17, 17a) is designed as a two-arm swiveling lever with a bending arm (19, 19a) provided on one side of the swivel axis (21) for acting on the workpiece and bending it, and with a drive arm (20, 20a) provided on the other side of the swivel axis (21), for optionally connecting the drive to the bending drive (27, 27a).

4. The mechanical bending device in one of the preceding claims, characterized by the fact that at least one swivel lever can be engaged by means of a switching device (34) on the drive arm side in a receptacle (35) on a driver (36) of the bending drive (27a) or disengaged from that receptacle (35), whereby the connection between the swivel lever and the bending drive (27a) is made in the engaged mode and is broken in the disengaged mode.

5. The mechanical bending device in one of the preceding claims, characterized by the fact that it has a control element (24) with a track (23) between at least one swivel lever and the bending drive (27), whereby the swivel lever is supported on the drive arm side on the track (23) of the control (24), and it can be connected optionally to the bending drive on the bending drive side by means of a switching device, whereby when the drive connection is made between the control element (24) and the bending drive (27), the swivel lever is acted on by the control (24) via its track (23) on the drive arm side and can thereby swivel on the swivel axis (21) when there is bending action on the workpiece.

6. The mechanical bending device in one of the preceding claims, characterized by the fact that the switching device for optionally connecting the control (24) and the bending drive (27) has at least one coupling part (25) that can be engaged or disengaged between the control (24) and the bending drive (27), whereby the connection between the control (24) and the bending drive (27) is made with the coupling part (25) engaged and broken with the coupling part (25) disengaged.

7. The mechanical bending device in one of the preceding claims, characterized by the fact that the bending tool (9, 9a), designed as a swiveling bending tool, has a holding-down device (15) extending along the bending line (11), by means of which the workpiece can be acted on in the transverse direction of its flat extension and can thereby be fixed between the holding-down device (15) and a workpiece support (16) on the side of the workpiece opposite the holding-down device (15), and by the fact that the holding-down device (15) includes segments of the holding-down device (18) one after another in the direction of the bending line (11), at least one of which can optionally be connected to a drive of the holding-down device (30) and can be transferred into a position where it acts on the workpiece by producing a drive connection, whereby when the workpiece is bent, segments of the holding-down device (18) and segments of the bending cheeks (17, 17a) working together at the same time with the drive of the holding-down device (30) or with the bending drive (27, 27a) are connected.

8. The mechanical bending device in one of the preceding claims, characterized by the fact that at least two bending tools (9) are provided in the form of swivel bending tools, each of which has a bending cheek (14) that can swivel, with at least one segment of the bending cheeks (17) that can be connected optionally to the bending drive (27) and a holding-down device (15), whereby the bending cheek (14) of one and the holding-down device (15) of the other bending tool (9) are arranged on one and the same side of the workpiece.

9. The mechanical bending device in one of the preceding claims, characterized by the fact that at least on one side of the workpiece, the holding-down device (15) has a drive (30), and the bending drive (27) of the one and the drive of the holding-down device (30) of the other bending tool (9) have at least one common drive element.

10. A mechanical arrangement for machining flat workpieces, especially sheet metal (6), characterized by the fact that at least one mechanical bending device (8) according to one of Claims 1 to 9 and also at least one mechanical cutting device (39) for machine-cutting workpieces are provided, whereby workpiece parts can be bent and machine-cut by means of the mechanical cutting device (39).

Abstract

A mechanical bending device and a mechanical arrangement with this type of bending device.

A mechanical bending device (8) for bending flat workpieces, especially sheet metal (6), has at least one bending tool (9), which includes at least one tool part that can move by means of a bending drive (27). When acted on by the tool part that moves, the workpiece can be bent along a bending line (11). The movable tool part has segments of the tool parts one after another in the direction of the bending line (11), at least one of which can be connected optionally to the bending drive (27).

A mechanical arrangement for machining flat workpieces, especially sheet metal (6) includes, besides the mechanical bending device (8) described, a mechanical cutting device. On the mechanical bending device (8), workpiece parts can be bent and machine-cut by means of the mechanical cutting device.

(Figure 2)

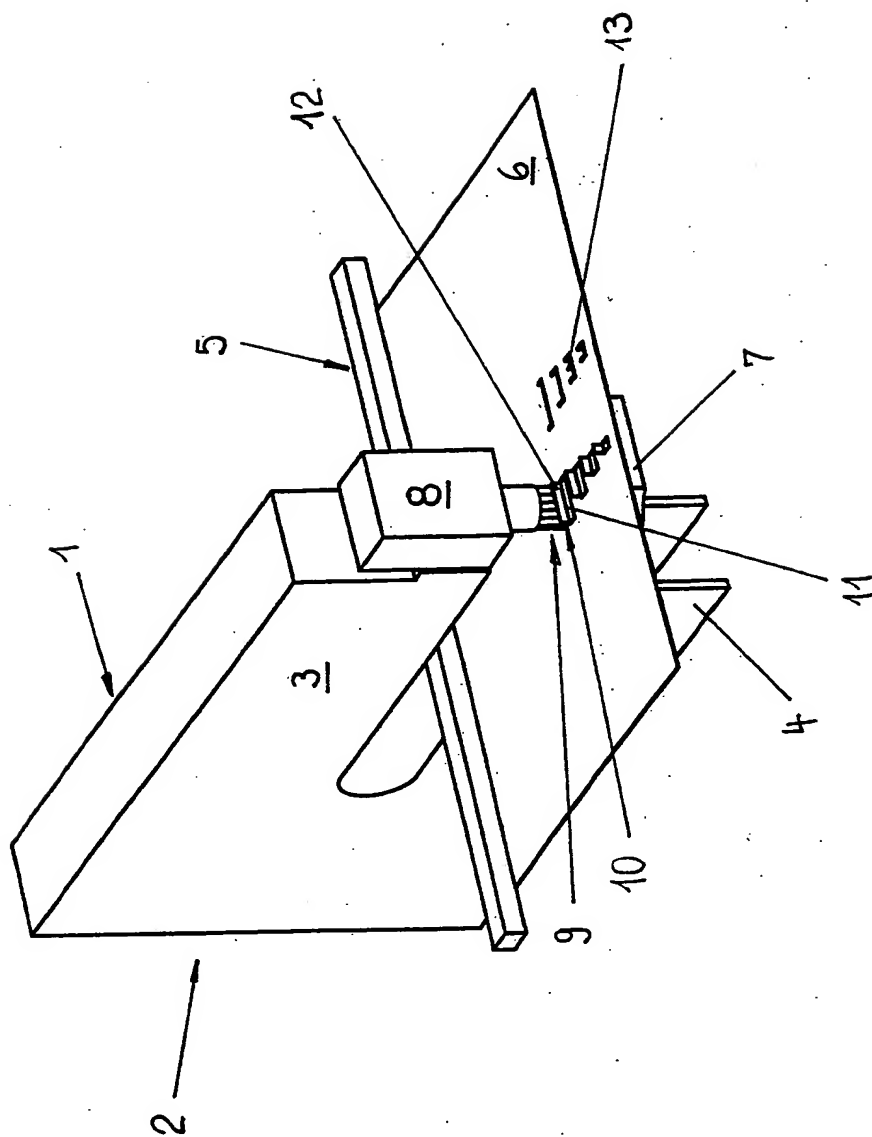


Fig. 1

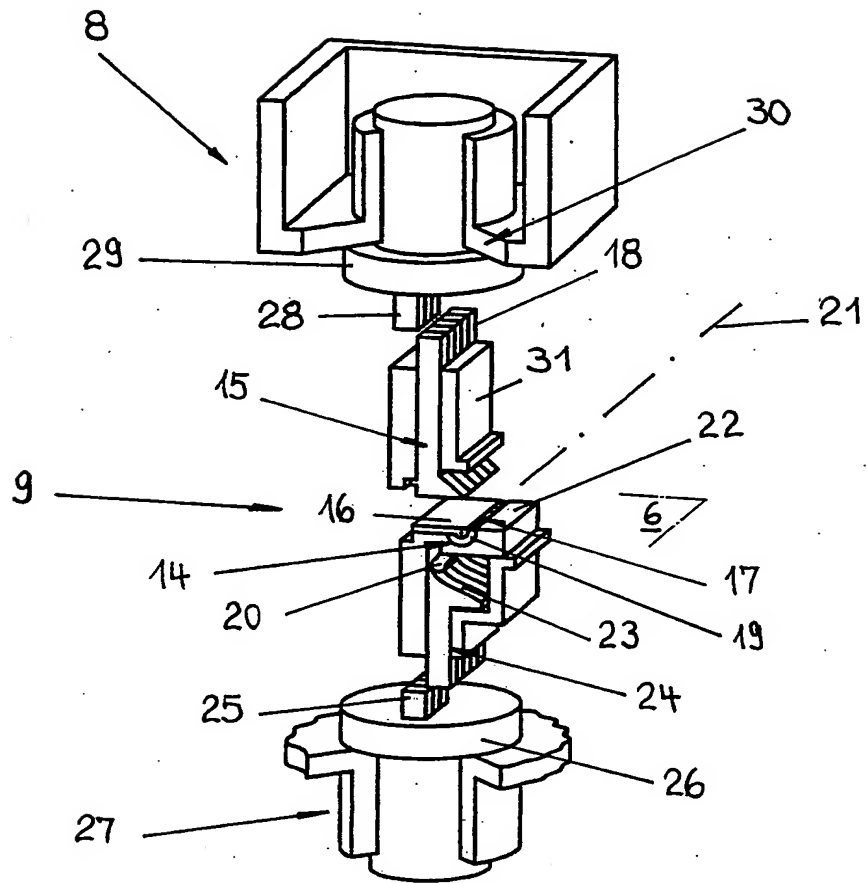


Fig. 2

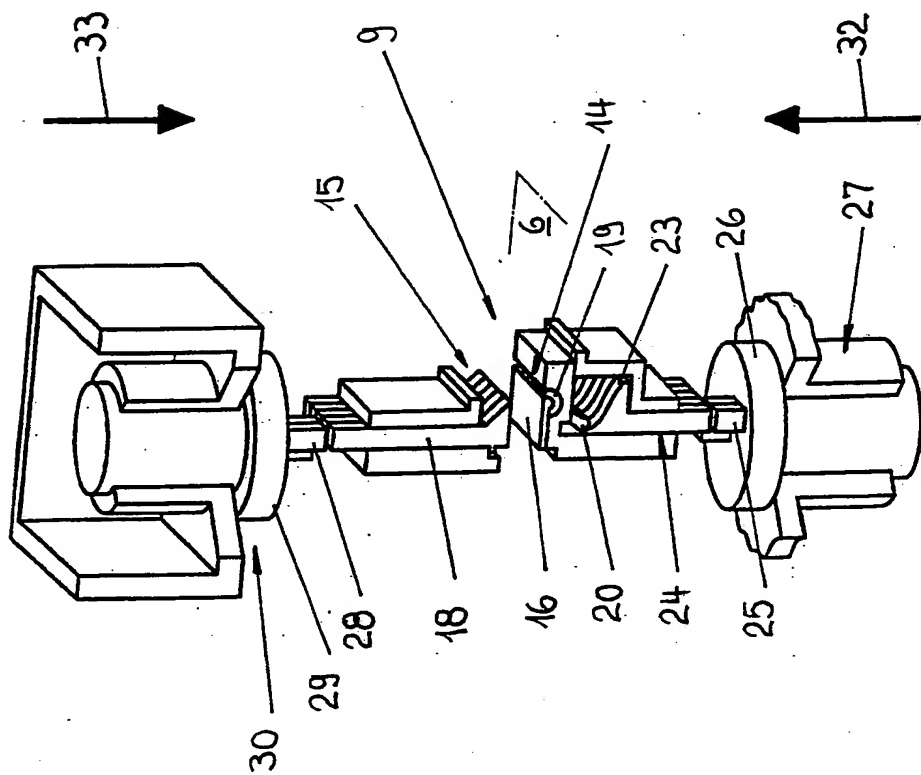


Fig. 3

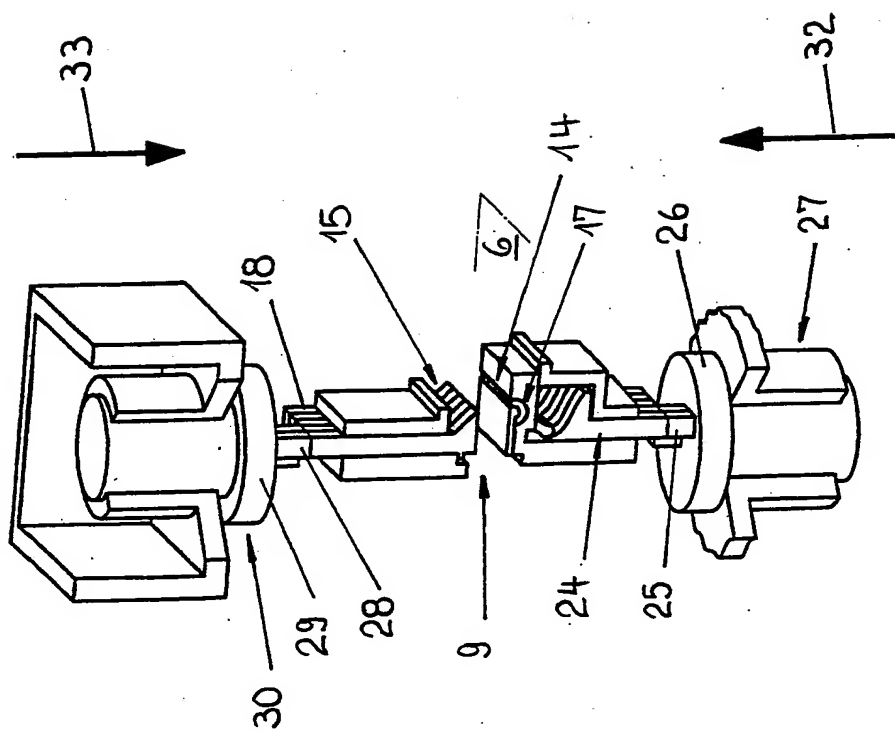


Fig. 4

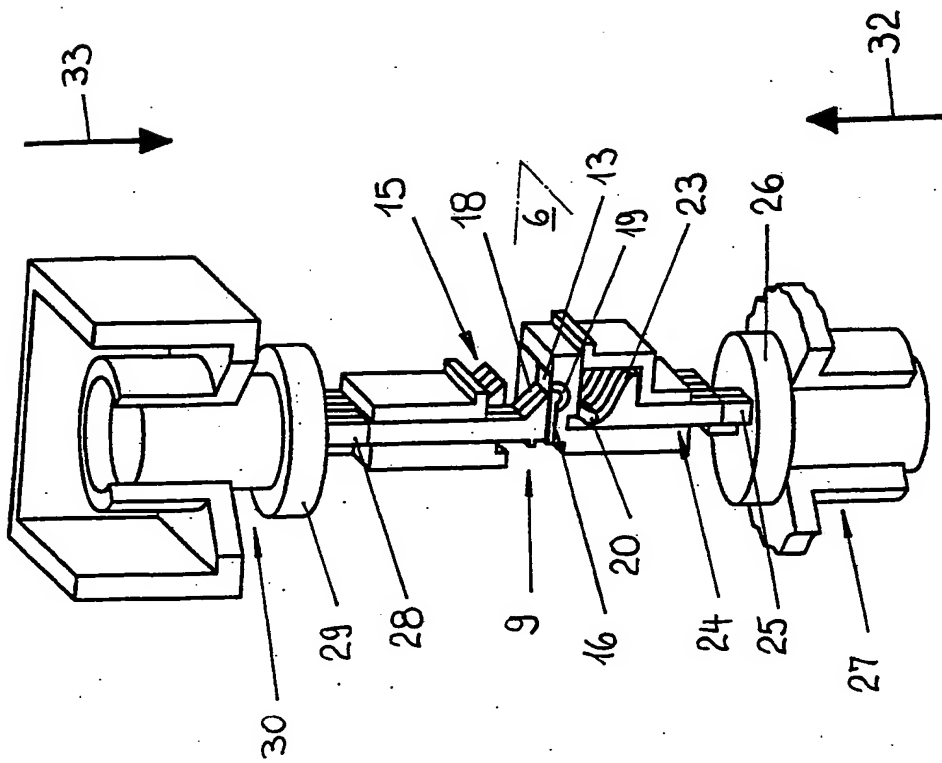


Fig. 5

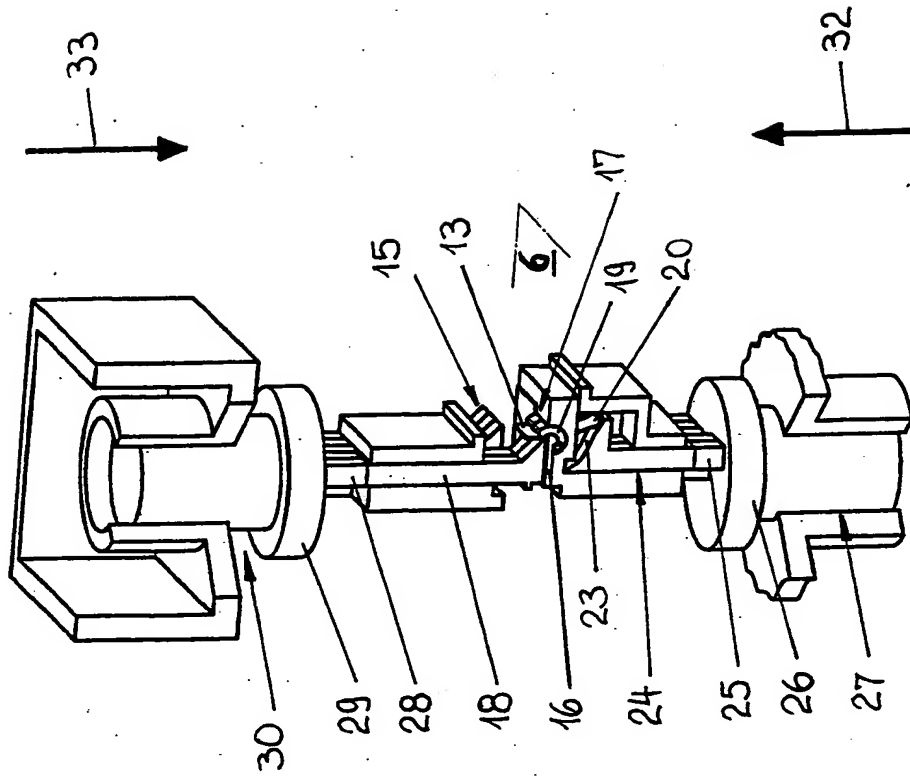


Fig. 6

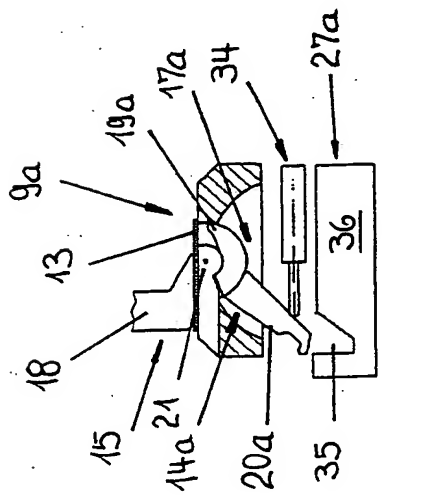


Fig. 8a

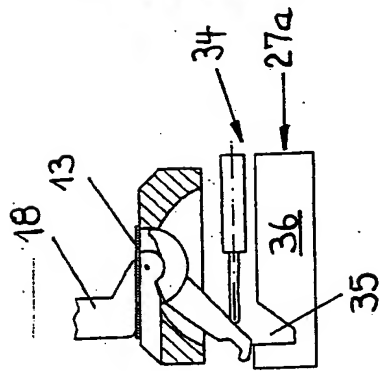


Fig. 8b

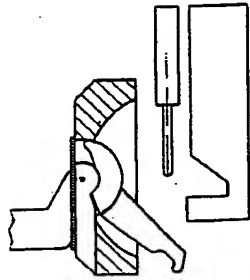


Fig. 8c

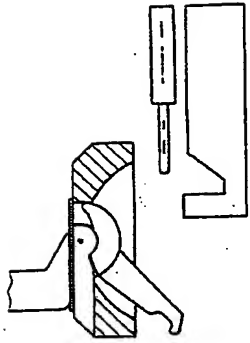


Fig. 8d

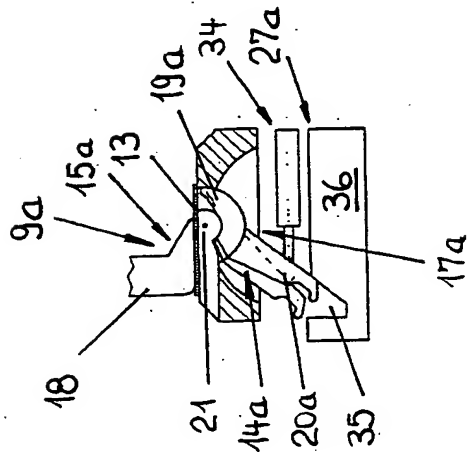


Fig. 7a

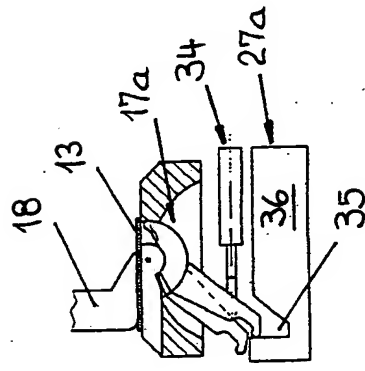


Fig. 7b

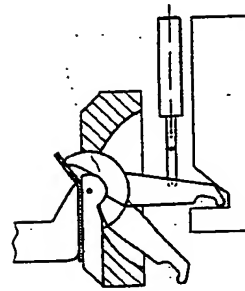


Fig. 7c

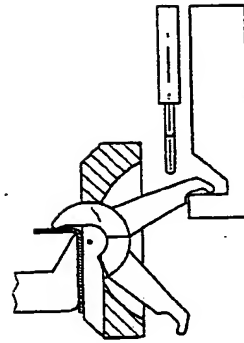


Fig. 7d

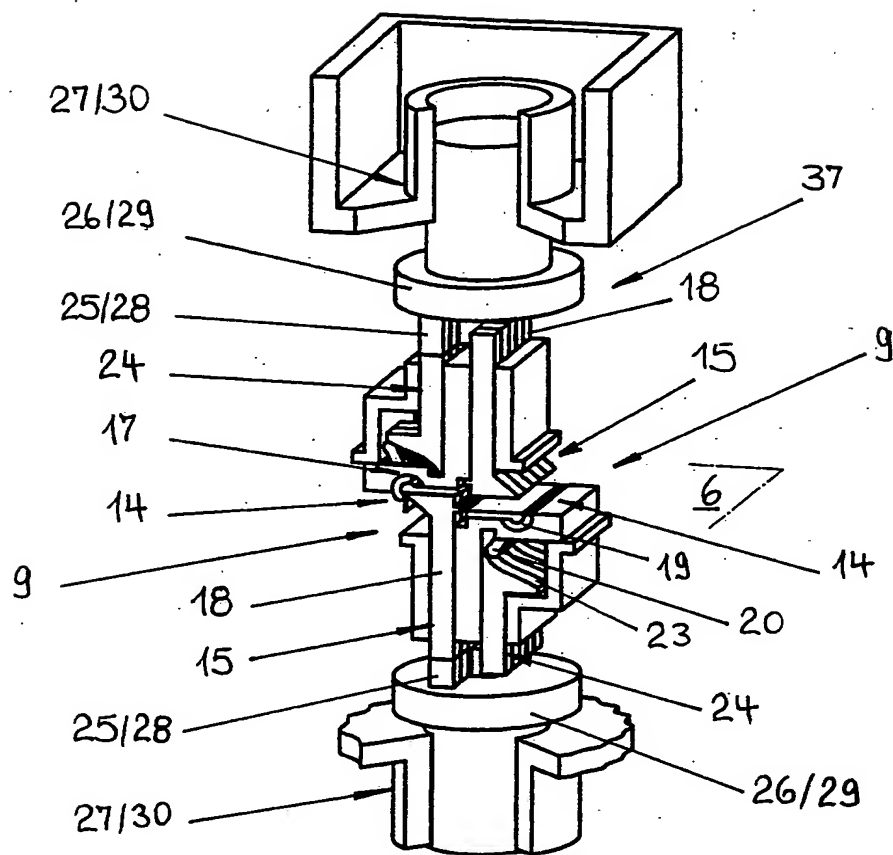


Fig. 9

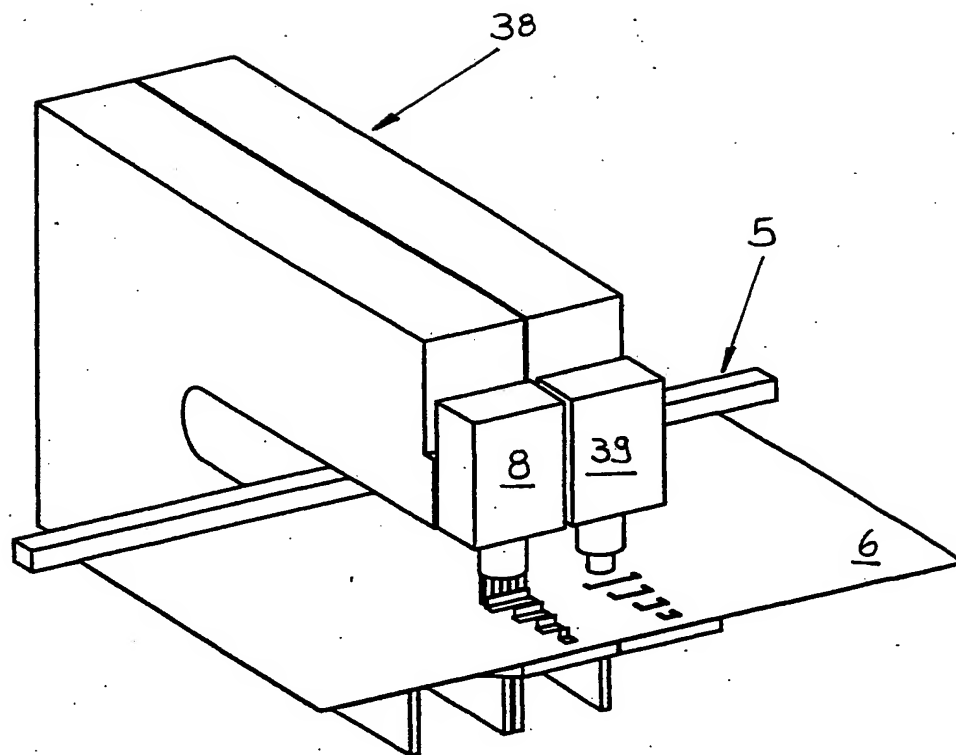


Fig. 10